نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۸۱-۶۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 67-81

تأثیر بقایای گیاهان در دو نوع بافت خاک بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای رقم NS640 در نظام کشاورزی کم شخم

عین اله حسامی[۱]- محسن جهان[۲*]- مهدی نصیری محلاتی[۳]- روزبه فرهودی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴

چکیده

حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و استفاده از نظام کم شخم که از اصول مهم پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی است، در افزایش پایداری عملکرد ذرت می‌تواند تأثیرگذار باشد. به منظور بررسی حفظ بقایای گیاهان و اختلاط آنها با خاک دو مزرعه دارای بافت متفاوت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و اجزای عملکرد دانه ذرت رقم NS640، آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی شوشتر انجام شد. این به‌صورت تجزیه مرکب در یکسال و دو مکان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بررسی شد و دو مزرعه با خاک لومی‌رسی و لومی‌شنی به‌عنوان مکان و کشت قبل از ذرت شامل کشت باقلا، گندم، کلزا، کلم و آیش در قالب تیمارهای آزمایش بررسی شدند. نتایج نشان داد که در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک تیمار دارای بقایای گیاهی گندم در بافت خاک لومی رسی بیشترین میزان کربن آلی (۰/۸۰ درصد) را داشت و پس از آن تیمارهای دارای بقایای گیاهی باقلا و کلزا در یک گروه معنی‌داری قرار گرفتند. تیمار شاهد بدون گیاه در بافت خاک لومی شنی، کمترین میزان کربن آلی خاک (۰/۳۶ درصد) را داشت. در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نیز بیشترین درصد کربن آلی در خاک لومی رسی دارای بقایای گندم با ۰/۴۸ درصد وجود داشت و بعد از آن تیمارهای دارای بقایای گیاهی باقلا، کلزا و کلم به‌ترتیب با ۰/۴۴، ۰/۴۲ و ۰/۳۹ بودند. در بافت لومی رسی میزان رطوبت خاک در تیمارهای برگرداندن گیاه گندم، کلزا و باقلا به‌ترتیب ۲۱/۳، ۲۰/۴ و ۲۰/۵ درصد بود، در حالی‌که برگرداندن بقایای کلم در مقایسه با شاهد (۱۲/۹ درصد) تأثیر معنی‌داری بر درصد رطوبت خاک نداشت. در بین تیمارهای برگرداندن بقایای گیاهی در خاک لومی شنی، تیمارهای شاهد و کلم با مقدار ۰/۲۳ و ۰/۲۱۲ درصد کربن آلی، کمترین مقدار ماده آلی را داشتند. تیمارهای برگرداندن بقایای گیاهی باقلا در دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی به‌ترتیب با ۱۰۱۲۸/۶ و ۹۵۴۷/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و تیمار شاهد در بافت لومی شنی با ۶۱۱۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه ذرت را به‌دنبال داشتند. به‌طور کلی، بقایای گیاهی باقلا در زراعت ذرت در هر دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی تأثیر معنی‌دار بر عملکرد دانه ذرت و همچنین بهبود برخی ویژگی‌های کیفی خاک داشت.

واژه‌های کلیدی: جرم مخصوص ظاهری، شاخص برداشت، کربن آلی

مقدمه

کیفیت خاک در کشاورزی مرسوم بر اثر عملیات خاک‌ورزی کاهش می‌یابد. از این‌رو، در کشاورزی پایدار باید نگرش‌ها و فعالیت‌هایی مدنظر باشد که باروری و کیفیت مناسب خاک را در درازمدت تأمین نماید، برای نمونه شیوه‌هایی از کم‌خاک‌ورزی اجرا شود که موجب بهبود کیفیت خاک شده و آب‌فرسایی و بادفرسایی را کاهش دهد (Abbasi *et al*., 2010).

ذرت محصولی یک‌ساله و مهم در خوزستان می‌باشد که با گیاهانی نظیر سبزیجات، گندم، باقلا (*Vicia faba* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.) و شبدر (*Trifolium striatum* L.) در تناوب قرار می‌گیرد. سالیانه مقادیر زیادی از بقایای گیاهی از مزارع ذرت خوزستان خارج می‌گردد که از برگشت مقدار زیادی مواد آلی به خاک ممانعت به‌عمل آورده و سبب کاهش حاصلخیزی خاک می‌گردند. استان خوزستان با وجود برخورداری از خاک‌های فقیر از نظر مواد آلی خاک و کمبود آب به‌خصوص در سال‌های کم‌آب، از نظر

۱- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی (اگرواکولوژی)، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار، گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
(*- نویسنده مسئول: Email: jahan@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/gsc.v16i1.56548

میزان تولید و سطح زیر کشت ذرت در سال‌های مختلف حائز رتبه برتر بین سایر استان‌های ایران بوده است. باوجود اهمیت این محصول در خوزستان و محتوای ناچیز مواد آلی در خاک، از پتانسیل‌های مثبت حفظ بقایای کشت قبلی در افزایش مواد آلی خاک و حفظ رطوبت خاک به‌منظور افزایش عملکرد ذرت کمتر استفاده می‌شود و هنوز سوزاندن بقایا و اجرای روش‌های خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار، مهمترین روش برای کشت ذرت می‌باشد. از یک‌سو، نظر به اهمیت کشت ذرت در خوزستان و ضرورت افزایش مواد آلی خاک و حفظ رطوبت در خاک، و از سوی دیگر، نبود اطلاعات کافی در خصوص رابطه میان بافت خاک و نوع گیاهان پیش‌کاشت در شرایط کم‌شخم با برخی ویژگی‌های خاک و خصوصیات رشدی ذرت، پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد.

سالیانه مقادیر قابل ملاحظه‌ای از عناصر معدنی خاک به‌صورت محصول و خیلی بیشتر از آن به‌صورت بقایای گیاهی از زمین‌های کشاورزی خارج می‌گردد. با خروج حجمی عظیم از مواد گیاهی، منابع تأمین انرژی و مواد غذایی به‌ویژه مواد آلی در خاک به‌تدریج دچار نقصان می‌شود. بازگشت بقایای گیاهی به خاک به‌ویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک از ارکان مهم و اجتناب‌ناپذیر پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی است (Sheikh Hosyni *et al*., 2006). افزایش شدت عملیات خاک‌ورزی، موجب کاهش مواد آلی خاک می‌شود، در صورتی‌که کاهش شدت آن همراه با اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک موجب افزایش مواد آلی و دستیابی به توازن مناسب مواد آلی خاک می‌گردد. افزایش مواد آلی خاک از مهمترین عوامل تأثیرگذار در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است و عاملی مهم در جهت تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک که میزان مواد آلی خاک کم است، به‌شمار می‌آید. از طرف دیگر، افزودن مواد آلی مانند کودهای دامی و کمپوست در زراعت‌هایی مانند گندم و ذرت از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و راه چاره، برگشت بقایای گیاهی حاصله از تناوب به خاک به روش علمی می‌باشد.

اثر زراعت بر محصول بعدی در تناوب به عواملی همچون گونه گیاهی، طول دوره رشد گیاه، میزان رطوبت خاک، نوع شخم، روش آبیاری، میزان مصرف کود نیتروژنه در زراعت، میزان برگشت بقایای محصول به خاک و کیفیت بقایای برگشتی به خاک بستگی دارد (Soon *et al*., 2001). نوع گیاهان کشت شده در سال‌های قبل می‌تواند از طریق ایجاد شرایط متفاوت در خاک (فراهمی نیتروژن، ماده آلی، حجم آب قابل دسترس) موجب بهبود عملکرد گیاه بعدی شود (Miller *et al*., 2002). تحقیقات بیانگر آن است که محتوای بالای نیتروژن در گیاهان خانواده بقولات به‌علاوه‌ی تثبیت نیتروژن توسط آن‌ها در افزایش میزان نیتروژن کل خاک مؤثر می‌باشد (Maiksteniene *et al*., 2004). به‌عنوان مثال، میزان نیتروژن کل حاصل از برگرداندن بقایای منداب به خاک نسبت به ماشک تفاوت معنی‌داری ندارد، در حالی‌که از مقدار نیتروژن کل حاصل از سورگوم علوفه‌ای بیشتر است (Koocheki *et al*., 1997). گیاهان سریع‌الرشد نظیر خردل (*Brassica alba* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.) و منداب (*Eruca sativa* L.) هنگام برگرداندن در خاک سریع تجزیه شده و از این‌رو تأثیر کمی بر افزایش محتوای ماده آلی خاک خواهند داشت، در حالی‌که نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های گیاهی به خاک برگشته و به‌صورت قابل استفاده در اختیار گیاه بعد از خود قرار می‌گیرد (Koocheki *et al*., 1997).

به‌منظور حفظ ماده آلی در خاک ضرورت دارد که برهم زدن خاک به‌وسیله خاک‌ورزی تنها به هنگام ضرورت انجام شود و تا حد امکان از عملیات حفاظتی استفاده شود. با چنین عملیاتی قسمت اعظم بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک باقی‌مانده و از این‌رو سرعت تجزیه آنها کاهش می‌یابد (Koocheki *et al*., 2007). برای مدیریت حاصلخیزی خاک در نظام‌های تولید پایدار و ارگانیک، تولیدکنندگان معمولاً گیاهان پوششی مناسبی را برای استفاده از بقایای گیاهی آنها و یا انواع کودهای آلی را استفاده می‌کنند. کاربرد ضایعات و بقایای گیاهی در خاک یک روش مناسب برای نگهداری ماده آلی خاک، به‌سازی خاک‌های فرسوده و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است (Celik *et al*., 2007). در پژوهشی تأثیر سه روش خاک‌ورزی (حداقل خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، حداقل خاک‌ورزی بدون وجود بقایای گیاهی و خاک‌ورزی مرسوم) بر کیفیت و عملکرد دانه ذرت و گندم طی پنج سال بررسی شد، نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، عملکرد و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد (Ghuman and Sur, 2001). بررسی‌ها نشان داد که عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) به ازای افزایش هر ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار پسماند گندم، پنج تا هشت درصد افزایش یافت (Wicks *et al*., 1994). باقی گذاشتن کامل بقایای گندم زمستانه و ذرت در سطح خاک (عدم خاک‌ورزی) و کاشت هر دو گیاه گندم و ذرت در این مقدار بقایا سبب بهبود رشد، عملکرد گیاه زراعی و کارایی مصرف آب شد (Jin *et al*., 2009). نتایج آزمایشی که در آن اثر حفظ ۰، ۲۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی گندم بر عملکرد ذرت مورد بررسی قرار گرفت، نشان داد که بیشترین عملکرد ذرت به میزان ۱۵/۷۳ تن در هکتار هنگامی که ۲۵ تا ۵۰ درصد بقایای گندم در خاک باقی ماند، مشاهده شد Bahrani *et al*., 2007).

با توجه به اهمیت بررسی تأثیر گیاهان پیش کشت و بافت خاک بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین بررسی تأثیر این عوامل بر عملکرد دانه ذرت پژوهش حاضر انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات بقایای گیاهی گیاهان در شرایط شخم کاهش یافته در دو نوع بافت خاک بر ویژگی‌های زراعی گیاه ذرت دانه‌ای رقم NS640، این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در دو مزرعه با بافت متفاوت واقع در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی شوشتر واقع در ۲ و ۳۲ درجه عرض شمالی و ۱۴ و ۴۹ درجه طول شرقی با ارتفاع ۶۷ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب در یکسال و دو مکان بر پایه طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عامل اصلی دو مزرعه با دو نوع خاک لومی‌رسی و لومی‌شنی و عامل فرعی گیاهان پیش کاشت شامل: باقلا، گندم، کلزا، کلم و آیش (به‌عنوان شاهد) بودند.

مزارع آزمایشی قبل از کشت گیاهان، زیر آیش بودند. برخی ویژگی‌های خاک این دو مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است. مزارع مورد آزمایش در فصل زراعی زیر کشت گیاهان پیش کاشت گندم رقم چمران، کلزا رقم هایولا ۴۰۱، باقلا رقم شاخ بزی و کلم گل در شرایط کشاورزی کم شخم بود (جهت خاک‌ورزی فقط از دو دیسک عمود بر هم استفاده شد). در زمان برداشت، محصول آن‌ها برداشت شده و بقایای گیاهی در مزرعه باقی ماند و شاهد به‌صورت آیش رها شد. برداشت گیاهان از اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد بسته به نوع محصول انجام شد. در کرت آیش (شاهد) علف‌های هرز توسط وجین دستی کنترل شدند.

بعد از برداشت گیاهان، زمین هیرم کاری شده و بعد از گاورو شدن، بقایای گیاهی با یک دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. عملیات کشت ذرت در ۱۵ تیرماه انجام شد. بذور ذرت رقم NS640 با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر (تراکم حدود ۸۰ هزار بوته در هکتار) توسط ردیف‌کار پنوماتیک کشت شد. ابعاد هر کرت ۸ متر در ۶ متر بود که شامل ۷ خط کشت ۶ متری بود. در طول فصل رشد عملیات داشت شامل آبیاری انجام شد. هیچ‌گونه کود شیمیایی یا دامی به خاک اضافه نشد و در کرت‌های مربوط به تیمار بدون کاشت گیاه پیش‌کشت، به‌طور مرتب علف‌های هرز وجین و کنترل شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil

مکان Site	بافت خاک soil Texture	درصد کربن آلی OC (%)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع EC (dS m^{-1})	پتاسیم قابل دسترس Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس Aavailable P (ppm)	اسیدیته pH
مزرعه 1 Farm 1	لومی رسی Loamy clay	0.42	3.6	126	8	7.6
مزرعه 2 Farm 2	لومی شنی loamy Sand	0.39	3.2	109	5	7.7

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

پس از کاشت ذرت در اواسط فصل رشد و ابتدای مرحله کاکل‌دهی[1] جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد. از ۴ نقطه هر کرت نمونه‌گیری شد و در نهایت نمونه مرکب برای هر کرت به‌دست آمد. نمونه‌های خاک به‌طور جداگانه هوا خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند.

کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون کربن آلی توسط دی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسیدسولفوریک غلیظ صورت گرفت و سپس توسط آمونیم فروسولفات نیم نرمال در مجاورت معرف ارتوفنانترولین با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (Walkly and Black, 1934). نیتروژن خاک در آزمایشگاه به روش کجلدال بررسی شد (Page, 1982). نسبت کربن به نیتروژن از تقسیم کردن کربن آلی به نیتروژن خاک محاسبه گردید (Page, 1982). برای مشخص نمودن میزان رطوبت ذخیره شده در خاک، در اواسط فصل رشد ذرت از تمامی کرت‌ها (همه تکرارها) نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها در پاکت نالیونی قرار داده شد تا از هرگونه تبخیر و کاهش رطوبت اولیه در طول انتقال به آزمایشگاه جلوگیری به‌عمل آید. پس از آن نمونه‌ها وزن شده و در ظروف آلومینیومی مخصوص و از قبل توزین شده، قرار داده شدند. ظروف آلومینیومی به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند (Haji Abbasi, 2006). پس از آن ظروف حاوی خاک خشک مجدداً توزین شدند و در نهایت با

1- Silking

استفاده از معادله ۱ درصد رطوبت وزنی خاک هر نمونه محاسبه شد.

$$\%\theta = \frac{Ww - Ws}{Ws}.100 \qquad (۱)$$

W_w= وزن خاک مرطوب، W_s= وزن خاک خشک، θ = درصد وزنی رطوبت خاک است.

برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک، ابتدا جرم مخصوص ظاهری اولیه خاک در چند نقطه اندازه‌گیری و متوسط آن برای عمق‌های مختلف به‌دست آمده و پس از آن جرم مخصوص ظاهری خاک توسط معادله ۲ محاسبه شد:

$$D = \frac{P}{V} \qquad (۲)$$

D= وزن مخصوص ظاهری بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، P= جرم نمونه خشک خاک بر حسب گرم، V= حجم استوانه نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتی‌متر مکعب است.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه ابتدا با حذف حاشیه، مساحت دو مترمربع از هر تیمار در هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و بوته‌های موجود در این سطح به دقت کف‌بر شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه و جهت تعیین عملکرد ماده‌خشک ابتدا نمونه‌ها به‌طور جداگانه وزن و داخل آون گذاشته شد. بعد از طی ۲۴ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس، نمونه‌ها دوباره توزین شدند. برای تعیین عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد، به‌طور تصادفی بلال‌های ۱۰ بوته برداشت شدند و وزن شدند. سپس میانگین دانه‌های خشک شده بلال وزن و از حاصل‌ضرب عملکرد بلال و تعداد بلال در متر مربع عملکرد دانه در متر مربع به‌دست آمد. عملکرد از طریق محاسبه تراکم بوته در هر کرت و سپس تناسب آن با یک هکتار محاسبه شد. پس از به‌دست آوردن عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه، برای تعیین شاخص برداشت از معادله ۳ استفاده شد (Asoodar *et al.*, 2006).

$$HI = \frac{EY}{BY}.100 \qquad (۳)$$

HI= شاخص برداشت، EY= عملکرد اقتصادی، BY= عملکرد بیولوژیک است.

در زمان برداشت دانه ذرت، مجموع میزان نیتروژن دانه- ساقه- برگ به روش کجلدال تعیین شد و برای محاسبه درصد پروتئین گیاه، درصد نیتروژن موجود در گیاه در عدد ثابت ۶/۲۵ ضرب گردید (Ericson *et al.*, 1993).

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین صفات مورد بررسی توسط نرم‌افزار آماری SAS Ver.9/2 و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار MS Excel Ver. 12 صورت گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات بقایای گیاهی گیاهان در بافت دو مزرعه در نظام کم شخم بر خصوصیات زراعی ذرت رقم NS640

Table 2- Analysis of variances (mean of squares) of the effects of plant residues and soil texture on corn yield cultivar NS640

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	پروتئین گیاه Protein content	شاخص برداشت Harvest index
بافت خاک Soil texture	1	10.89 **	1.83 ns	49.50 **	5.12 ns
خطای الف Ea	6	241366.54	674567.4	0.83	9.09
بقایای گیاه Residues	4	116.32 **	108.41 **	117.56 **	17.46 **
بافت خاک × بقایای گیاه Soil texture * residues	4	5.30 *	4.24 **	10.31 **	4.37 *
خطای ب Eb	24	10794.53	312308.9	0.46	1.811
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	4.04	3.15	17.89	2.94

ns، * و **: غیرمعنی‌دار و معنی‌دار به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت

عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل بقایای گیاهان پیش‌کشت با بافت خاک بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که عملکرد دانه ذرت در مزرعه لومی‌رسی ۴ درصد بیشتر از مزرعه لومی‌شنی بود. این موضوع به دلیل حاصلخیزتر بودن مزرعه لومی‌رسی نسبت به مزرعه شنی بود. عملکرد دانه ذرت در مزرعه لومی رسی توسط بقایای گل کلم، کلزا و باقلا افزایش معنی‌دار داشت

اما عملکرد دانه در تیمار شاهد با تیمار بقایای گندم تفاوت معنی‌داری نداشت در حالی‌که در مزرعه شنی بقایای کلیه گیاهان پیش کشت باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه ذرت شدند. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بافت خاک و بقایای گیاهی بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمارهای برگرداندن بقایای گیاهی باقلا در دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی به‌ترتیب با ۱۰۱۲۸/۶ و ۹۵۴۷/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و تیمار شاهد در بافت لومی شنی با ۶۱۱۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه ذرت را داشت (جدول ۳).

در تیمار افزودن بقایای گیاهی گندم به خاک لومی شنی در مقایسه با خاک لومی رسی، به دلیل درصد رطوبت کم و جرم مخصوص ظاهری زیاد و از طرفی افزایش نسبت کربن به نیتروژن و کمی نیتروژن خاک (جدول ۴)، عملکرد ذرت کمتر است (جدول ۲). بسیاری از محققین افزایش عملکرد دانه ذرت در شرایطی که بقایای گیاهی در خاک حفظ شده‌اند را گزارش نموده‌اند و این افزایش عملکرد را عمدتاً ناشی از تأثیر مثبت بقایا روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین و محتوای رطوبتی خاک بیان نموده‌اند (Sayer *et al.*, 2001, Limon-Ortege *et al.*, 2002). استفاده از گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و چاودار عملکرد ذرت را نسبت به شاهد بدون گیاه پوششی افزایش داد (Kuo and Jellum, 2002). به علت اینکه در بقولاتی نظیر ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) نسبت کربن به نیتروژن پایین است، خیلی سریع در خاک تجزیه شده و باعث همزمانی آزاد شدن نیتروژن از بقایای گیاهی با تقاضای گیاه زراعی برای این عنصر می‌شود. عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برگرداندن بقایای گیاهی قرار گرفت و بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت به گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای تعلق داشت و دلیل این موضوع به تثبیت نیتروژن توسط ماشک گل خوشه‌ای نسبت داده شد (Clark *et al.*, 1998). حضور بقایا بر کارایی استفاده از نیتروژن تأثیر مثبت دارد، به‌طوری که حضور بقایای گندم و کلزا به‌دلیل داشتن نسبت بالای کربن به نیتروژن، مقدار نیتروژن قابل استفاده را کاهش می‌دهد (Silgram and Chambers, 2002) و کاهش عملکرد دانه را به‌دنبال دارد.

شاخص برداشت ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل گیاه پیش‌کشت و مکان آزمایش بود (جدول ۲). شاخص برداشت ذرت در مزرعه لومی‌رسی به‌طور معنی‌دار بیشتر (۴ درصد) از مزرعه لومی‌شنی بود (جدول ۳).

جدول ۳- اثر متقابل بقایای گیاهی و بافت خاک بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پروتئین و شاخص برداشت ذرت رقم NS640

Table 3- Effects of plant residues and soil type on corn grain yield, biological yield, plant tissue protein content and harvest index of corn cultivar NS640

تیمار Treatment		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	محتوای پروتئین گیاه Plant tissue protein content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)
بافت خاک Soil texture	نوع بقایای گیاهی Plant residue types				
لومی رسی Loamy clay	bean باقلا	10128.6 a	20498 a	7.6 a	49.397 a
	wheat گندم	7653.0 c	16220 d	3.9 d	47.24 b
	canola کلزا	8649.4 b	19125 b	6.5 b	46.1 bc
	cabbage کلم	8220.8 b	17552 c	5.3 c	46.8 bc
	fallow شاهد	7216.5c	16015 d	0.6 e	45.07 c
لومی شنی loamy sand	bean باقلا	9547.9 a	19998 a	5.8 b	47.7 b
	wheat گندم	6706.3 c	15295 c	1.4 d	43.8 cd
	canola کلزا	8702.3 b	18855 b	5.6 b	45.22 c
	cabbage کلم	8237.8 b	18544 b	0.90 e	44.41 cd
	fallow شاهد	6111 d	14965 c	0.1 f	40.82 d

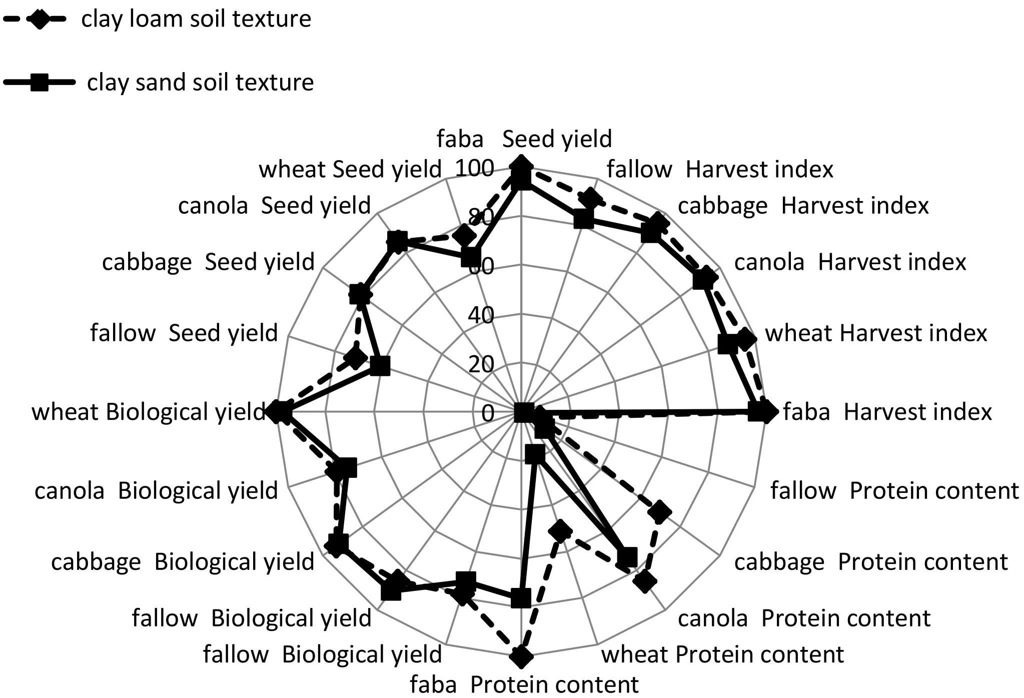
در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک، از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Similar letters in each column and each factor show non-significant at 5% level of probability

در بخش‌های قبل نیز دیده شد که عملکرد دانه ذرت در خاک لومی رسی به مراتب بهتر از خاک لومی شنی بود و به همین دلیل نیز در این بخش مشاهده شده است که شاخص برداشت ذرت در مزرعه لومی رسی بالاتر از مزرعه لومی شنی می‌باشد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که کلیه تیمارهای برگرداندن بقایای گیاهی در بافت خاک لوم رسی به همراه تیمار دارای بقایای گیاهی باقلا در بافت خاک لوم شنی، بیشترین درصد شاخص برداشت را داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. دیگر تیمارهای برگرداندن بقایای گیاهی در بافت خاک

لومی شنی و تیمار شاهد کمترین درصد شاخص برداشت را بـه خـود اختصاص دادند (جدول ۳). دلیل آفزایش آن را مـی‌تـوان بـالا بـودن درصد رطوبت و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک دانست (شـکل ۱).

نتایج جدول ۳ به‌طور نسبی و بر مبنای درصد در شـکل ۱ نشـان داده شده است. شکل ۱ نشان می‌دهد که به‌طـور کلـی و بـا در نظـر گرفتن کلیه صفات زراعی مورد مطالعه ذرت، خاک با بافت لوم رسـی نسبت به خاک با بافت شنی رسی برتری داشـت، هرچنـد کـه بـرای برخی صفات اختلاف بین این دو نوع بافت خاک از نظر تأثیر بر صفت مورد مطالعه چشمگیر نبود (مثل عملکرد دانه کلزا، عملکرد دانه کلـم، عملکرد بیولوژیک گندم، عملکرد بیولوژیـک کلـم، شـاخص برداشـت باقلا و شاخص برداشت کلزا). تنها در مورد عملکـرد بیولوژیـک ذرت تحت آیش، بافت خاک شنی رسی برتری اندکی نشـان داد. تـأثیر دو نوع بافت خاک بر صفت محتـوای پـروتئین، بیشـتر از سـایر صـفات مشهود بود.



شکل ۱- تغییرات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، محتوای پروتئین گیاه و شاخص برداشت ذرت کشت شده در بقایای باقلا، گندم، کلزا، کلم و آیش، در دو نوع بافت خاک لومی رسی و شنی رسی. (مبنای مقایسه برای عملکرد دانه باقلا، برای عملکرد بیولوژیک گندم، برای محتوای پروتئین و شاخص برداشت، باقلا بود)

Figure 1- Changes in grain yield, biological yield, plant protein content and harvest index of corn cultivated in the remains of beans, wheat, canola, cabbage and fallow, in two sandy clay and clay loam soils. (Bean was the basis of comparison for bean yield, wheat biological yield, protein content and harvest index)

پروتئین کل گیاه

نتایج نشان داد که درصد پروتئین گیاه به‌طور معنی‌داری متـأثر از اثر متقابل تیمارهای پیش کشـت بـا مکـان‌هـای آزمایشـی بودنـد (جدول ۲). بقایای گیاهان زراعی پیش کشت باعث افـزایش معنـی‌دار درصد پروتئین گیاه ذرت در هـر دو مزرعـه شـدند و افـزایش درصـد پروتئین گیاه ذرت توسط بقایای گیاهان زراعی پیش کشت در مزرعـه رسی بسیار بالاتر از نمونه مشابه در مزرعه لومی‌شنی بود به طوری‌که بالاترین درصد پروتئین گیاه ذرت با کاربرد بقایای بـاقلا و در مزرعـه لومی رسی یافت شد. در این آزمـایش دیـده شـد کـه تجمـع عناصـر مغذی در خاک لومی رسی بیشتر از خاک لومی شـنی بـود و احتمـالاً همین افزایش عناصر باعث افزایش میزان نیتروژن و پروتئین ذرت در مزارع لومی رسی بوده است. از طرف دیگر عنصر نیتروژن اصلی‌تـرین

عنصر در ساختار پروتئین‌ها می‌باشد بنابراین در جایی‌که وفور نیتروژن باشد تولید پروتئین را نیز می‌تواند در پی داشته باشد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع بقایای گیاهی در هر دو نوع خاک لومی رسی و لومی شنی بر درصد پروتئین کل گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲). گیاه ذرت در تیمار دارای برگرداندن بقایای گیاهی باقلا در نوع بافت خاک لومی رسی در مقایسه با سایر تیمارها، درصد پروتئین گیاه بیشتری (۷/۶ درصد) داشت و پس از آن تیمار بقایای گیاهی کلزا با ۶/۵ درصد بیشترین میزان پروتئین بافت ذرت را به خود اختصاص داد (جدول ۳). به دلیل وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای بقایا از لحاظ پروتئین گیاه، به نظر می‌رسد که سهم بقایا در آزاد نمودن تدریجی نیتروژن و به دنبال آن افزایش پروتئین گیاه و عملکرد دانه می‌تواند مؤثر باشد. نتایج پژوهشی با هدف بررسی تأثیر کاربرد ماشک و یولاف بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت، نشان داد که برگشت بقایای ماشک به‌طور قابل توجهی میزان پروتئین بافت ذرت را افزایش داد (Astier *et al*., 2006).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که برآیند اثر متقابل بافت خاک و نوع گیاه پیش کاشت بر خصوصیات خاک و عملکرد دانه ذرت مثبت بود (جدول ۴). برگشت بقایای گیاهی باقلا در هر دو نوع بافت خاک، عملکرد دانه ذرت را بهبود بخشید (جدول ۳) که دلیل آن را می‌توان تثبت و افزایش نیتروژن خاک توسط باقلا و کاهش نسبت کربن به نیتروژن در خاک بیان نمود (جدول ۵). همچنین به نظر می‌رسد که سهم بقایای باقلا در آزاد نمودن تدریجی نیتروژن به خصوص در اواخر فصل رشد ذرت، در افزایش محتوای پروتئین و عملکرد آن مؤثر بوده است.

یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه ذرت در تناوب با گیاهان کلزا و گندم (جدول ۳) می‌تواند بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن خاک باشد (جدول ۵). علاوه بر نسبت کربن به نیتروژن بالا، از دیگر دلایل احتمالی آن می‌توان به اثرات دگرآسیبی بقایای کلزا یا بقایای گندم اشاره کرد (کرامبرگر و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، در شرایط مزرعه‌ای، نوع و مقدار بقایای گیاهی و بافت خاک در بهبود کیفیت خاک و افزایش عملکرد دانه ذرت نقش دارد. با اعمال مدیریت‌های زراعی مشابه، علاوه بر نیل به اهداف اقتصادی تولید، حرکت در راستای اهداف کشاورزی پایدار و کم‌نهاده نیز ممکن خواهد شد.

کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع بافت خاک و نوع بقایای گیاهی بر میزان کربن آلی خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر خاک در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، به‌جز چگالی ظاهری خاک، از نظر تأثیر بر کلیه صفات دیگر (کربن آلی، نیتروژن خاک، رطوبت خاک و نسبت کربن به نیتروژن) خاک با بافت لومی رسی نسبت به خاک با بافت شنی رسی برتری داشت و این برتری در ویژگی‌هایی چون کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن، بارزتر از سایر ویژگی‌ها بود.

به‌منظور مقایسه دقیق‌تر نتایج آزمایش، نتایج ارائه شده در شکل ۲، به‌صورت مقایسه‌های مطلق و به‌همراه حروف مربوط به معنی‌داری و یا غیرمعنی‌داری مقایسات آماری در جدول ۵ آورده شده‌اند. تیمار دارای بقایای گیاهی گندم در بافت خاک لومی رسی بیشترین میزان کربن آلی (۰/۸۰ درصد) را داشت و پس از آن تیمارهای دارای بقایای گیاهی باقلا و کلزا در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمار شاهد بدون گیاه در بافت خاک لومی شنی، کمترین میزان کربن آلی خاک (۰/۳۶ درصد) را داشت (جدول ۵). نتایج حاضر با نتایج مطابقت دارد (Wright *et al*., 2004) و (Heydari *et al*., 2004) مطابقت دارد.

تفاوت در مقادیر محتوای کربن آلی دو خاک ناشی از تفاوت در بافت آنها است، زیرا ایجاد کمپلکس‌های آلی – معدنی در خاک‌های با بافت سنگین باعث افزایش نگهداری مواد آلی در خاک می‌شود (Pare *et al*., 1999). مقدار کربن خاک، حاصل برهمکنش نوع بقایای گیاهی و ستاده‌های تجزیه میکروبی و آبشویی است که به نوبه خود تحت تأثیر اقلیم و رژیم‌های خاکی و ترکیب گیاه و میکروارگانیسم‌ها در زمان، تغییر می‌یابد (Varamesh *et al*., 2009).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد کربن آلی خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر خاک در هر دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی تحت تأثیر نوع بافت خاک و نوع گیاهان در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های این صفات نشان داد که بیشترین درصد کربن آلی در خاک لومی رسی دارای بقایای گندم با ۰/۴۸ درصد و بعد از آن تیمارهای دارای بقایای گیاهی باقلا، کلزا و کلم به‌ترتیب با ۰/۴۴، ۰/۴۲ و ۰/۳۹ وجود داشت (جدول ۵). در خاک لومی شنی، تیمارهای شاهد و کلم با مقدار ۰/۲۳ و ۰/۲۱ درصد کربن آلی، کمترین مقدار ماده آلی را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

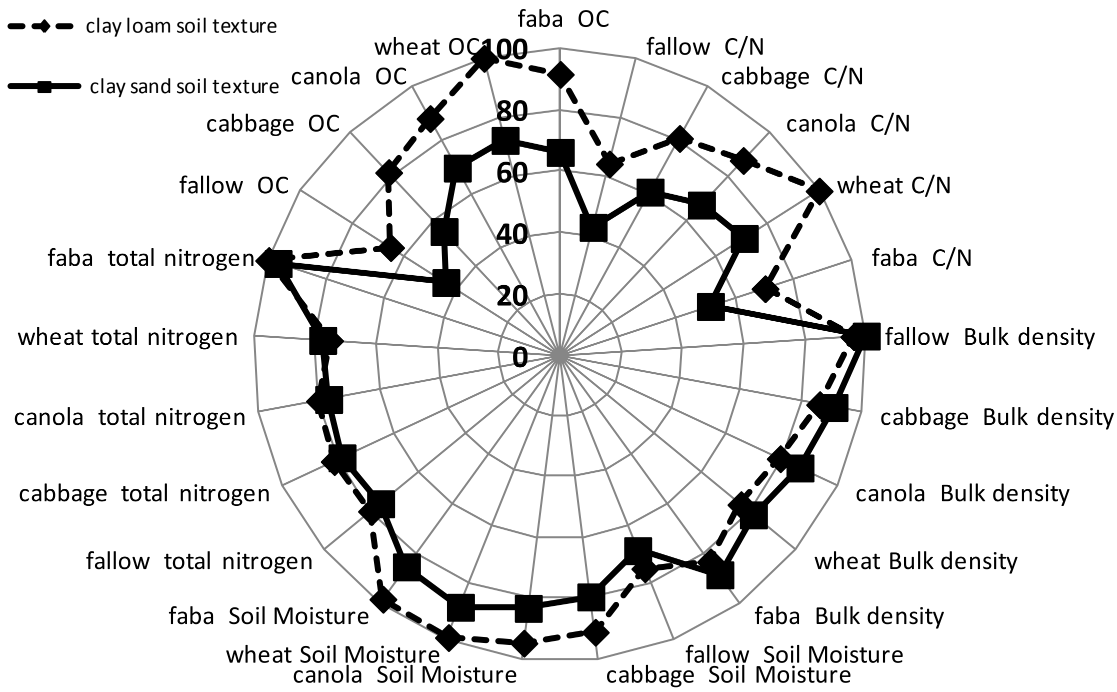
میزان نیتروژن خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع بافت خاک بر میزان کل نیتروژن خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر معنی‌دار نبود، اما اثر نوع بقایای گیاهی بر میزان کل نیتروژن خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در هر دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی، تیمار بقایای گیاهی باقلا در عمق خاک ۱۵-۰ سانتی‌متری، دارای بیشترین میزان کل نیتروژن (۰/۱۲۱ درصد در خاک لومی رسی) و (۰/۱۲۲ درصد در خاک لومی شنی) بود (جدول ۵). تیمارهای بقایای

گیاهی گندم، کلزا، کلم و شاهد در هر دو نوع بافت خاک در یک گروه آماری قرار داشتند و کمترین میزان کل نیتروژن خاک را دارا بودند (جدول ۵). گزارش شده است که بقایای یونجه بیشترین مقدار نیتروژن و بقایای گیاهی گندم و تیمار بدون بقایا، کمترین میزان نیتروژن دارد (Sheikh Hosyni *et al.*, 2006).

تجزیه واریانس داده‌های میزان کل نیتروژن خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نشان داد که میزان کل نیتروژن خاک تحت تأثیر نوع بقایای گیاهی و نوع خاک در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها برای هر دو نوع بافت خاک لومی رسی و لومی شنی در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نشان داد که تیمار دارای بقایای گیاهی باقلا در بافت لومی رسی بیشترین میزان نیتروژن خاک (۰/۰۹۶ درصد) را داشت و سایر تیمارهای آزمایشی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که افزودن بقایای گیاهی گندم به خاک هر چند سبب افزایش مقدار نیتروژن خاک می‌شود، اما بیشترین میزان نیتروژن خاک تحت تأثیر برگرداندن بقایای گیاهی بقولات مانند یونجه است، زیرا بقایای گیاهی گندم علاوه بر اینکه دیرتر تجزیه و عناصر مغذیی آنها آزاد می‌شود و به اندازه بقایای گیاهی بقولات که زودتر تجزیه می‌شوند غنی از نیتروژن نیستند (Sheikh Hosyni *et al.*, 2006).



شکل ۲- تغییرات کربن آلی خاک، نیتروژن کل خاک، میزان رطوبت خاک، چگالی ظاهری خاک و نسبت کربن به نیتروژن بقایای باقلا، گندم، کلزا، کلم و آیش، در دو نوع بافت خاک لومی رسی و شنی رسی. (مبنای مقایسه برای کربن آلی گندم، برای نیتروژن کل باقلا، برای میزان رطوبت گندم، برای چگالی ظاهری آیش و برای نسبت کربن به نیتروژن، گندم بود)

Figure 2- Changes of soil organic carbon, soil total nitrogen, soil moisture content, soil bulk density and carbon to nitrogen ratio of beans, wheat, canola, cabbage remains and fallow, on two sandy clay and clay loam soils. (Wheat was the basis of comparison for wheat organic carbon, total nitrogen of beans, moisture content of wheat, bulk density for fallow and the ratio of carbon to nitrogen)

جدول ٤- تجزیه واریانس برخی خصوصیات فیزیکی خاک در اواسط فصل رشد ذرت در اعماق مختلف خاک مزرعه

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) of some physical properties of at the middle of growing corn season at soil depth

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	درصد کربن آلی OC (0-15	درصد کربن آلی OC 15-30	کل نیتروژن Total nitrogen 0-15	کل نیتروژن Total nitrogen 15-30	نسبت کربن به نیتروژن C/N 0-15	نسبت کربن به نیتروژن C/N 15-30	جرم مخصوص ظاهری Bulk density g/cm^3 0-15	جرم مخصوص ظاهری Bulk density 15-30	درصد رطوبت عمق Soil Moisture% 0-15	درصد رطوبت Soil Moisture% 15-30
بافت خاک Soil texture	1	201.65 **	25**.57	0.31 ns	6.41*	32.3*	33.7*	9.07 *	22.06 *	46*.27	05 ns.0
خطای الف Ea	6	0.00090	0.0042	0.00028	0.00006	1.01	0.68	0.0059	0.0064	071.2	44.2
بقایای گیاه Residues	4	63.02 **	9.91**	23.38 *	4.8*	48.9 **	7.26**	51.39**	14.4**	5**.27	6**.20
بافت خاک × بقایای گیاه Soil texture × residues	4	1.87 ns	1.09 *	0.16 ns	0.59 *	2.66 ns	0.77 ns	0.68 ns	1.40 ns	2.01ns	10 ns.1
خطای ب Eb	24	0.002	0.001	0.00010	0.00002	0.55	0.24	0.0016	0.0034	0.951	26.0
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.4	9.3	11.2	5.7	10.9	11.4	3.0	3.8	7.1	8.4

ns، * و **: غیرمعنی‌دار و معنی‌دار به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non significant and differences at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- اثر متقابل بقایای گیاهی و بافت خاک بر خصوصیات فیریکی و شیمیایی خاک در مرحله اواسط رویش ذرت

Table 5- Effects of plant residues and soil type on Physical and chemical properties of soil at the middle of growing corn

	تیمار Treatment	درصد کربن آلی OC (%) 0-15	درصد کربن آلی OC (%) 15-30	کل نیتروژن Total nitrogen (%) 0-15	کل نیتروژن Total nitrogen (%) 15-30	نسبت کربن به نیتروژن C.N 0-15	نسبت کربن به نیتروژن C.N 15-30	جرم مخصوص ظاهری Bulk density g cm^3 0-15	جرم مخصوص ظاهری Bulk density g cm^3 15-30	درصد رطوبت Soil Moisture% 0-15	درصد رطوبت خاک Soil Moisture% 15-30
لومی رسی Loamy clay	باقلا Bean	0.73300 b	0.447 ab	0.121 a	0.096 a	6.2 c	4.65 b	1.28 cd	1.48 d	20.5 ab	14.5 a
	گندم Wheat	0.80600 a	0.484 a	0.074 b	0.086 b	10.8 a	5.6 a	1.19 e	1.34 e	21.3 a	14.9 a
	کلزا Canola	0.71950 bc	0.421 ab	0.0813 b	0.089 b	8.8 b	5.2 ab	1.25 cd	1.37 de	20.4 ab	13.7 b
	کلم Cabbage	0.66850 c	0.39 ab	0.0875 b	0.087 b	7.6 b	5.1 ab	1.33 c	1.52 c	bc 16.9	13.7 b
	شاهد Fallow	0.42375 d	0.38 b	0.0837 b	0.087 b	5.05 c	4.6 b	1.44 b	1.74 a	17.8 c	10.21 c
لومی شنی Loamy sand	باقلا Bean	0.59200 cd	0.285 d	0.122 a	0.089 b	5.01 c	3.17 d	1.37 bc	1.56 c	17.85 c	13.85 b
	گندم Wheat	0.62700 c	0.324 c	0.082 b	0.084 bc	7.6 b	4.02 b	1.23 cd	1.48 d	15.76 bc	14.7 a
	کلزا Canola	0.58925 cd	0.321 c	0.084 b	0.081 bc	7.005 b	3.9 c	1.33 c	1.53 c	14.8 bc	14.02 ab
	کلم Cabbage	0.50900 d	0.23 e	0.087 b	0.082 bc	5.8 c	3.8 c	1.39 bc	1.62 b	16.86 c	13.47 b
	شاهد Fallow	0.35950 e	0.212 e	0.087 b	0.077 c	4.1 d	2.7 e	1.54 a	1.77 a	12.9 d	10.7 c

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک، از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability

بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن گیاهان پوششی مثل گندم می‌توان دلیلی بر مصرف نیتروزن موجود در خاک جهت تجزیه بقایا گیاهی و در نهایت سبب کاهش عملکرد گردد (Jahan *et al.*, 2014) با برگرداندن بقایای گیاهانی مانند گندم و کلزا به خاک میزان نیتروژن خاک کاهش می‌یابد که دلیل اصلی آن بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن در این گونه بقایا است. میکروارگانیسم‌های خاک برای تجزیه مواد آلی و ادامه فعالیت، علاوه بر کربن به نیتروژن نیاز دارند و این نیتروژن را در درجه اول از خاک تأمین می‌کنند. با افزایش کربن آلی خاک و تشدید فعالیت میکروارگانیسم‌ها، نیاز آنها به نیتروژن افزایش یافته و میزان زیادی از نیتروژن خاک توسط آنها جذب می‌گردد (Farhoodi *et al.*, 2007).

نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بافت خاک و بقایای گیاهی قرار گرفت (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار دارای بقایای گیاهی گندم در بافت خاک لومی رسی، بیشترین نسبت کربن به نیتروژن را به میزان ۱۰/۸ داشت و در بافت لومی شنی تیمار بدون بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن ۴/۱، کمترین میزان نسبت کربن آلی به نیتروژن را داشتند (جدول ۵). بیان شده که درصد نیتروژن در بقایای یونجه، ۲/۹۸ درصد بود که بیش از ۲/۸ برابر نیتروژن بقایای ذرت (۱/۰۴ درصد) می‌باشد (Sheikh Hosyni *et al.*, 2006). بنابراین، به نظر می‌رسد که نسبت کربن به نیتروژن و نیز نسبت لیگنین به نیتروژن نقش اصلی در میزان نیتروژن خاک‌های تیمار شده توسط بقایای گیاهی مختلف دارد (Vigil *et al.*, 1991). همچنین با تقسیم مقادیر همی‌سلولز، سلولز و لیگنین بر نیتروژن کل هریک از بقایای گیاهی ترتیب همی‌سلولز به نیتروژن، سلولز به نیتروژن و لیگنین به نیتروژن به گونه‌ای گردید که بیشترین مقادیر آنها متعلق به ذرت می‌باشد (Sheikh Hosyni *et al.*, 2006).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک اثر نوع بافت خاک و بقایای گیاهی بر نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار حفظ بقایای گیاه گندم در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر در خاک لومی رسی بیشترین نسبت کربن به نیتروژن را به میزان ۵/۶ درصد و پس از آن تیمار افزودن بقایای گیاهی کلزا و کلم به‌ترتیب با ۵/۲ و ۵/۱ درصد به خود اختصاص دادند. در بافت لومی شنی تیمار شاهد بدون افزودن بقایای گیاهی، کمترین میزان نسبت کربن آلی به نیتروژن (به میزان ۲/۷ درصد) را داشت (جدول ۵). بالا بودن محتوای کربن نسبت به نیتروژن در گندم دلیلی بر افزایش نسبت کربن به نیتروژن است و زیر خاک کردن بقایای گیاهی گندم و کلزا سبب کاهش معنی‌دار نیتروژن خاک و افزایش ناگهانی کربن آلی خاک می‌شود (Farhoodi *et al.*, 2007).

جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار نوع بافت خاک و نوع بقایای گیاهی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار افزودن بقایای گندم در خاک لومی رسی کمترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر (۱/۱۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب) را داشت و تیمار شاهد بدون افزودن بقایای گیاهی در بافت لومی شنی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک را به خود اختصاص داد و سایر تیمارهای آزمایش از نظر جرم مخصوص ظاهری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). نوع و میزان بقایا گیاهی در خاک می‌تواند سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شود (Zhang *et al.*, 2007). برگرداندن بقایای گیاهی به خاک به مروز زمان سبب افزایش مواد آلی خاک و بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک‌دانه‌ها می‌شود که این موضوع منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد (Farhoodi *et al.*, 2007).

جرم مخصوص ظاهری نوع بافت خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری در تیمارهای افزودن بقایای گیاهی گندم و کلزا در خاک لومی رسی کمترین میزان را داشت (۱/۳۴ و ۱/۳۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و تیمار بدون افزودن بقایای گیاهی در هر دو نوع خاک لومی رسی و لومی شنی دارای بیشترین میزان جرم مخصوص و ظاهری خاک بود (جدول ۵). کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری مشاهده شد و با افزایش عمق، وزن مخصوص ظاهری خاک نیز افزایش یافت. با افزایش عمق خاک، مقدار مواد آلی خاک، نیتروژن کل خاک و مقدار فسفر خاک کاهش می‌یابد (Azimzadeh *et al.*, 2011).

درصد رطوبت خاک

اثر نوع بافت خاک و نوع بقایای گیاهی بر درصد رطوبت خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در بافت لومی رسی میزان رطوبت خاک در تیمارهای

برگرداندن گیاه گندم، کلزا و باقلا به‌ترتیب ۲۱/۳، ۲۱/۴ و ۲۰/۵ درصد بود در حالی‌که برگرداندن بقایای کلم در مقایسه با شاهد تأثیر معنی‌داری بر درصد رطوبت خاک نداشت (افزایش ۱۲/۹ درصدی) (جدول ۵). بقایای گیاهی همانند سدی در سطح خاک عمل کرده و باعث کاهش رواناب شده و همچنین سبب افزایش نفوذ آب در خاک شده و در نتیجه رطوبت خاک را افزایش می‌شوند (Abbasi *et al.*, 2010). برخی نتایج بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در میانگین رطوبت وزنی خاک بین تیمارهای دارای کاه و کلش و بدون کاه کلش است که علت آن وجود بقایا بر سطح و درون خاک به‌عنوان مانعی برای رسیدن اشعه خورشید به خاک دانسته شده است که به نوبه خود تبخیر آب را کاهش داده و در نتیجه سبب افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک می‌گردد (Cavalaris *et al.*, 2002).

مقایسه درصد رطوبت در دو نوع بافت خاک نشان داد که در هر دو عمق مورد مطالعه، بیشترین درصد رطوبت خاک مربوط به خاک با بافت لومی رسی بود (جدول ۵) و دلیل آن این است که این نوع بافت خاک کربن آلی بیش‌تر و جرم مخصوص ظاهری کمتر نسبت به خاک با بافت لومی شنی دارد که خود دلیلی بر تبخیر کمتر و کاهش رواناب در خاک با بافت لومی رسی است.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع بقایای گیاهی بر درصد رطوبت خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تیمارهای بقایای گیاهی گندم و باقلا در خاک لومی رسی و تیمار گیاه گندم و کلزا در خاک لومی شنی به‌ترتیب با ۱۴/۹، ۱۴/۵، ۱۱/۷ و ۱۴/۲ درصد بیشترین رطوبت خاک را داشتند (جدول ۵). گزارش شده است که افزایش بقایا در شرایط حفاظتی سبب افزایش معنی‌دار رطوبت خاک در عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر شد (Safari *et al.*, 2012). بیان شده است که مقدار رطوبت خاک تابعی از وزن مخصوص ظاهری و پوشش خاک با بقایای گیاهی است (Cavalaris *et al.*, 2002).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که بافت خاک لومی رسی نسبت به خاک لومی شنی از نظر اکثر ویژگی‌های مورد بررسی برتری داشت به‌طوری‌که در بافت لومی رسی و وجود بقایای گیاهی باقلا نسبت به شاهد ۷۵ درصد افزایش نیتروژن داشته و عملکرد دانه در این نوع تیمار به مقدار ۱۰۱۲۸/۶ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین، همان‌طور که انتظار می‌رفت برگرداندن بقایای باقلا، به‌عنوان یک لگوم تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن، بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های رشدی ذرت و خصوصیات کیفی خاک داشت.

References

1. Abbasi, F., and Asoodar, M. A. 2010. The effect of stem cutting and a variety of post-harvest tillage on physical properties. Journal of Agricultural Engineering, Soil Science and Agricultural Machinery, Chamran University Press, 33 (2): 25-38.
2. Azimzadeh, M., and Koocheki, A., and Pala, M. 2011. Effect of different tillage methods on bulk density, soil moisture content and yield of wheat under dryland conditions. Journal of Agronomy Sciences of IRAN. 4 (3): 209-225.
3. Astier, M., Maass, J. M., Etchevers-Barra, J. D., Pena, J. J., and De Leon Gonzalez, F. 2006. Short-term green manureand tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. Soil and Tillage Research 88: 153-159.
4. Asoodar, M. A. Bakhshandeh, A. M., Afraseabi, H., and Shafeinia, A. 2006. Effects of press wheel weight and soil moisture at sowing on grain yield. Agronomy Journal 4: 39-47.
5. Bahrani, M., Raufat, M. B., and Ghadiri, H. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research 94: 305-309.
6. Cavalaris, C. K., and Gemtos, T. A. 2002. Evaluation of four conservation tillage methods in the sugar beet crop. .Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript LW 01 008, 4: 1-24.
7. Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J., and McIntosh, M. S. 1997. Kill date of vetch, rye, and a vetchrye mixture. I. Cover crop and corn nitrogen. Agronomy Journal 89: 427-434.
8. Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research 78: 59-67.
9. Ericson, N. A. 1993. Quality and storability in relation to fertigation of apple trees cv. Summerred. Acta Horticulture 326: 73-83.
10. Farhoodi, R., Cheche, M., and Majnon Hussein, N. 2007. Effect of wheat residue management on soil properties and on sunflower yield in double cropping system. Iranian Journal of field crop Science 39 (1): 11-21.
11. Ghuman, B. S., and Sur, H. S. 2001. Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill tillage system. Soil and Tillage Research 42: 209-219.

12. Haji Abbasi, M., Bsalt pour, A., and Malale, A. R. 2006. Effect of conversion of grasslands to agricultural lands on the physical and chemical characteristics of soils in the south and southwest. Journal of Water and Soil Science: Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 11 (42): 525-534.
13. Heydari, A. 2004. Soil fertility improvement by stubles management and soil tillage in grain corn wheat rotation system. Proceedings of 8th Soil Sciences Congress of Iran.
14. Jahan, M., Amir, M. B., Shabahang, J., Ahmadi, F., and Solymani, F. 2014. The effects of winter cover crops and plant growth promoting Rhizobacteria on some soil fertility aspects and crop yield in an organic production system of *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Field Crops Research 11 (4): 562-572.
15. Jin, H., Qingjie, W., Hongwen, L., Lijin, L., and Huanwen, G. 2009. Effect of alternative tillage and residue cover on yield and water use efficiency in annual double cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research 104: 198-205.
16. Koocheki, A., Nakhforosh, A. R., and Zarif Ketabi, H. 1997. Organic farming. Ferdowsi University of Mashhad Press. 331Pp.
17. Koocheki, A., and Khajeh Hosseini, M. 2007. Modern agriculture. Ferdowsi University of Mashhad Press.
18. Kuo, S., and Jellum, E. J. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn yield. Agronomy Journal 94: 501-508.
19. Limon-Ortega, A., Sayer, K. D., Drijber, R. A., and Francis, C. A. 2002. Soil attributes in a furrow- irrigated bed planting system in north-west Mexico. Soil and Tillage Research 63: 123-132.
20. Maiksteniene, S., and Arlauskiene, A. 2004. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. Agronomy Research 2 (1): 87-97.
21. Miller, P., McConkey, B., Clayton, G., Brandt, S., Baltensperger, D., and Neil, K. 2002. Pulse crop adaptation in the Northen Great Plains. Agronomy Journal 94: 261-272.
22. Pare, T., and Gregorich, E. G. 1999. Soil texture effects on mineralization of nitrogen from crop residues and the added nitrogen interaction. Communications in soil science and plant analysis 14 (6): 463-469.
23. Page, A. L. 1982. Methods of Soil Analysis. Agronomi 9, ASA, SSSA, Madison, Wiscosin, USA.
24. Safari, A., Asoodar, M. A., Qasmynzhad, M., and Abdali Mashhadi, A. 2012. Effect of residue management,, different conservation tillage and seeding on soil physical properties and wheat grain yield. Knowledge of sustainable agricultural production 23 (2): 49-59.
25. Sayer, K. D., Mezzalama, M., and Martinez, M. 2001. Tillage, crop rotation and crop residue management effects on maize and wheat production for rainfed conditions in Altiplane of central Mexico. CIMMYT.
26. Sheikh Hosseini, A., and Nurbkhsh, F. 2006. The Effect of soil and plant residues on net nitrogen mineralization. Pajouhesh and sazandegi 75: 127-133.
27. Silgram, M., and Chambers, B. J. 2002. Effects of longterm straw management and fertilizer nitrogen additions on soil nitrogen supply and crop yields at two sites in eastern England. Journal of Agricultural Sciences 139: 115-127.
28. Soon, Y. K., Clayton, G. W., and Rice, W. A. 2001. Tillage and previous effects on dynamics of nitrogen in a wheat-soil system. Agronomy Journal 93: 842-849.
29. Varamesh, S., Hosseini, S. M, Abdi, N., and Akbarinia, M. 2009. Effect of afforestation to increase carbon sequestration and improving soil characteristics, Journal of the forest 35: 25-1.
30. Vigil, M. F., and Kissel, D. E. 1991. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. Soil Science. Society of American Journal 55: 757-761.
31. Walkly, A., and Black, I. A. 1934. An Experimentation of Data. 39pp.
32. Wicks, G. A., Crutchfield, D. A., and Burnside, O. C. 1994. Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolacholor on corn (*Zea mays*) growth and yield. Weed Science 42: 141-147.
33. Wright, A. L., Hons, F. M., Lemon, R. G., McFarland, M. L. and Nichols, R. L. 2007. Stratification of nutrients in soil for different tillage regimes and cotton rotations. Soil. Till. Res. 96: 19-27.
34. Zhang, G. S., Chan, K. Y., Oates, A., Heenan, D. P., and Huang, G. B. 2007. Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. Soil and Tillage Research 92: 122-128.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 67-81

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۸۱-۶۷

Effects of Plant Residues in Two Types of Soil Texture on Soil characteristics and corn (*Zea mays* L.) NS640 Yield in a Reduced -Tillage cropping System

E. Hesami[1]- M. Jahan[2*]- M. Nassiri-Mahallati[3]- R. Farhoudi[4]
Received: 06-06-2016
Accepted: 03-01-2017

Introduction

The impact of agronomy on the subsequent product in rotational cropping systems depends on factors such as plant type, duration of crop growth, soil moisture content, tillage type, irrigation method, the amount of nitrogen fertilizer, quantity and quality of returned crop residues to the soil. Prior cultivated crops improve the next crop yield by causing different conditions (nitrogen availability, organic matter and volume of available water) in soil. This study was conducted due to importance of corn cultivation in Khuzestan and necessity of increasing the soil organic matter, moisture conservation and in the other hand the lack of sufficient information about the relationship between soil texture, type of preparatory crop in low-tillage condition and some soil characteristics and corn growth habits. The purpose of this experiment was to evaluate the effect of residue of preparatory crops in low plowing condition in two soil types on corn yield and some soil characteristics.

Materials and Methods

This experiment was carried out at Shooshtar city located in Khuzestan province. An experiment was performed by combined analysis in randomized complete block design in two fields and in two consecutive years with four replications. Two kinds of soil texture including: clay loam and clay sand. Five preparatory crops including: broad bean, wheat, canola, cabbage and fallow as control assigned as sub plots. SAS Ver. 9.1 statistical software was used for analysis of variance and comparison of means. Graphs were drawn using MS Excel software. All means were compared by Duncan test at 5% probability level.

Results and Discussion

The soil texture and the type of preparatory crop influenced the characteristics of the soil and corn grain yield. Returning the broad bean residue into two types of soil caused the highest grain yield of corn 10128.6 and 9547.9 $kgha^{-1}$, respectively. The control treatment in sandy loam texture had the lowest corn seed yield (6111 kg.ha-1). Therefore, in these conditions, amount of plant residues and soil texture have played an important role in improving the soil quality and corn yield, which would be lead to economic objectives of sustainable and low input and cost production. Treatment of broad bean residues in depth of 0-15 cm resulted to the highest total nitrogen of 0.121% in clay loam soil and 0.122% in loam sand soil. The return of broad bean plant residues in both soil types improved corn grain yield which can be attributed for fixing and increasing the soil nitrogen by broad bean and decrease the ratio of carbon to nitrogen in soil. It seems that the contribution of broad bean residues released nitrogen gradually, particularly at the end of corn growing season.

The results showed that treatment of wheat residues in clay loam soil had the highest carbon to nitrogen ratio (8.10%), and in sandy loam soil, treatment without plant residues had the lowest ratio of carbon to nitrogen (1.4%). Increased carbon/nitrogen ratio was the result of high ratio of carbon content to nitrogen in wheat. Burying the remains of wheat and canola led to significant decrease in soil nitrogen during growing season and a sudden increase in soil organic carbon.

Mean comparisons showed that adding wheat residues to clay loam soil had the lowest soil bulk density in depth of 0-15 cm (1.19 gcm^{-3}) and treatment of control (no adding plant residues) to sandy loam soil had the highest soil bulk density (1.54 gcm^{-3}). The lowest soil bulk density was observed in depth of 0-15 cm and with increase in depth, soil bulk density increased, too. It seems that high percentage of the soil moisture can lead to low soil bulk density. Combination of clay loam soil with wheat, canola and broad bean residues caused soil moisture content of 21.3%, 20.4% and 20.5%, respectively, while returning the residue of cabbage did not have a

1- PhD Student, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus- Dep. of Agronomy and Plant Breeding
2 and 3- Associate Professor and Professor, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Dep.of Agronomy and Plant Breeding
4- Assistant Professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Shoushtar Branch, Shoushtar, Iran
(*- Corresponding Author Email: jahan@um.ac.ir)

significant influence on soil moisture in comparison with control (12.9%).

Conclusions

In general, mixture of broad bean residues with both soil types had the positive effects on corn yield and soil characteristics compared to other crop residue.

Acknowledgment: We thank the supports of Deputy of Research and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.

Keywords: Bulk density, Harvest index, Organic carbon